

УДК 534.286

**Д.Л. Богданов, Э.В. Геворкян, М.В. Шевчук**  
*Московский государственный областной университет*

**ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ, ТЕМПЕРАТУРЫ И ЧАСТОТЫ  
НА АКУСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РАСТВОРА  
НЕМАТИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ ЖК-1282**

*Аннотация.* Исследованы зависимости коэффициента поглощения и скорости ультразвука в нематическом жидком кристалле (НЖК) ЖК-1282 при изменяющихся термодинамических параметрах состояния ( $P$ ,  $T$ ) на различных частотах ультразвука.

*Ключевые слова:* жидкий кристалл, раствор, ультразвук, давление, акустические параметры, температурно-частотная зависимость.

**D. Bogdanov, E. Gevorkyan, M. Shevchuk**  
*Moscow State Regional University*

**THE EFFECTS OF PRESSURE, TEMPERATURE  
AND FREQUENCY ON THE ACOUSTIC PARAMETERS  
OF NEMATIC LIQUID CRYSTAL SOLUTION LC-1282**

*Abstract.* The dependencies of the coefficient of absorption and the velocity of ultrasound in the nematic liquid crystal LC-1282 on pressure, temperature and frequency are investigated.

*Key words:* liquid crystal, solution, ultrasound, pressure, acoustic parameters, temperature - frequency dependence.

Постоянно растущий интерес к экспериментальным и теоретическим исследованиям свойств жидких кристаллов (ЖК) обусловлен их необычными свойствами и широким применением в приборостроении в качестве рабочих тел в устройствах отображения информации, оптических модуляторах, системах хранения информации и различного рода датчиках [1]. Изучение диссипативных свойств ЖК необходимо для их промышленного применения, а также является эффективным средством исследования их внутренней структуры. В этой связи акустический метод, позволяющий исследовать упругие и диссипативные свойства НЖК, не искаженные граничными эффектами, является наиболее эффективным способом получения информации о свойствах НЖК в зависимости от  $P$ ,  $T$  - термодинамических параметров состояния на различных частотах ультразвука.

Исследованный в данной работе раствор, ЖК-1282, отличается очень широким температурным интервалом (253,1 - 335,1 К) существования нематической мезофазы, который дает возможность изучать ее диссипативные свойства и в регулярной области (вдали от фазовых переходов).

Для проведения эксперимента была сконструирована установка, позволяющая проводить измерения зависимости коэффициента поглощения и скорости ультразвука в НЖК от температуры и давления.

В экспериментальной установке можно выделить три основных узла: приемно-передающий электронный тракт, блок регистрации и первичной обработки исследуемых электрических сигналов, акустическая камера с системой термостатирования и гидравлическим прессом.

Приемно-передающий электронный тракт состоит из устройства формирования радиоимпульсов, передающего и приемного пьезопреобразователей и приемно-преобразующего устройства. Блок первичной обработки исследуемых электрических сигналов состоит из персонального компьютера и адаптеров, позволяющих осуществлять связь между внешними цифровыми приборами и персональным компьютером. Для визуального контроля и наблюдения электрических сигналов используется осциллограф. Режим связи компьютера с внешними цифровыми приборами устанавливается программным образом в зависимости от характера проводимого эксперимента. Вывод информации из персонального компьютера производится на принтер в виде осциллограмм или таблиц. Результаты первичной обработки эксперимента используются для дальнейших расчетов и анализа с применением более мощных персональных компьютеров.

Акустическая камера с нематическим жидким кристаллом находится в термостате. Температура поддерживается на заданном уровне электронным устройством - терморегулятором. В качестве термочувствительного элемента использован алмазный терморезистор высокой точности, который расположен вблизи нагревателя. Информация с датчика давления также поступает для обработки в персональный компьютер.

Измерения проводились на частотах 1,23; 5,9; 45 МГц акустическим методом, который дает возможность изучить влияние частоты ультразвука  $f$  и термодинамических параметров состояния (давления  $P$ , температуры  $T$ ) на упругие и диссипативные свойства НЖК.

Исследование температурной зависимости коэффициента поглощения ультразвука на квадрат частоты  $\alpha/f^2$  в нематической фазе в неориентированном образце ЖК-1282 при различных давлениях показало наличие минимума при температуре  $T_{min} = 313$  К при атмосферном давлении (рис. 1). Из-за трудностей измерения поглощения вблизи  $T_c$ , значения  $\alpha/f^2$  при  $T=T_c$  получены экстраполяцией со стороны обеих фаз. В изотропной фазе (ИЖ) вдали от точки просветления поглощение слабо зависит от температуры, но при приближении к области перехода НЖК-ИЖ оно

резко возрастает, проходя через максимум вблизи температуры просветления  $T_c$ .

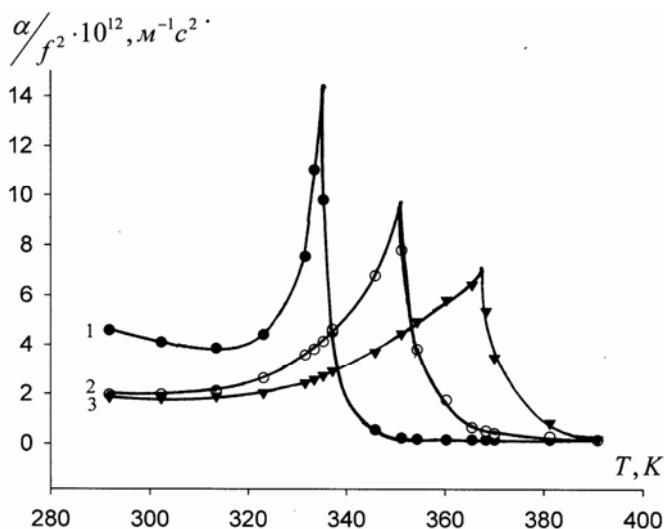


Рис. 1. Температурная зависимость  $\alpha/f^2$  в неориентированном образце ЖК-1282 на частоте ультразвука  $f = 5,9$  МГц при значениях давления  $P$  (МПа): 1 – 0,1; 2 – 50; 3 – 100.

Максимумы на кривых зависимостей  $\alpha(T)/f^2$  с ростом давления плавно уменьшаются, смещаясь в сторону более высоких температур (рис. 1).

Выполненные исследования температурной зависимости коэффициента поглощения ультразвука  $\alpha/f^2$  в нематической фазе при атмосферном давлении (рис. 2) на различных частотах ультразвука показывают, что с уменьшением частоты ультразвука наблюдается резкое увеличение максимумов зависимости  $\alpha(T)/f^2$  в окрестности температуры просветления.

Установлено, что в области НЖК-ИЖ перехода для исследованного НЖК наблюдается значительное отклонение от классического закона поглощения.

Ввиду малости величины анизотропии скорости ультразвука (около 1,5 м/с) важными представляются исследования в неориентированном образце ЖК-1282. Повышение давления сопровождается увеличением скорости ультразвука в неориентированном образце в нематической фазе (рис. 3). С ростом температуры кривая зависимости скорости ультразвука от давления смещается в область более высоких давлений.

В исследованном диапазоне частот скорость ультразвука монотонно уменьшается при повышении температуры в нематической фазе (рис. 3),

и в области фазового перехода наблюдается минимум скорости, глубина которого быстро уменьшается с ростом частоты.

Отмеченные выше особенности поведения акустических параметров вблизи температуры просветления связаны с изменением в этой области релаксационного спектра и резким «замедлением» процессов релаксации параметра ориентационного порядка и его флуктуаций [4, 5].

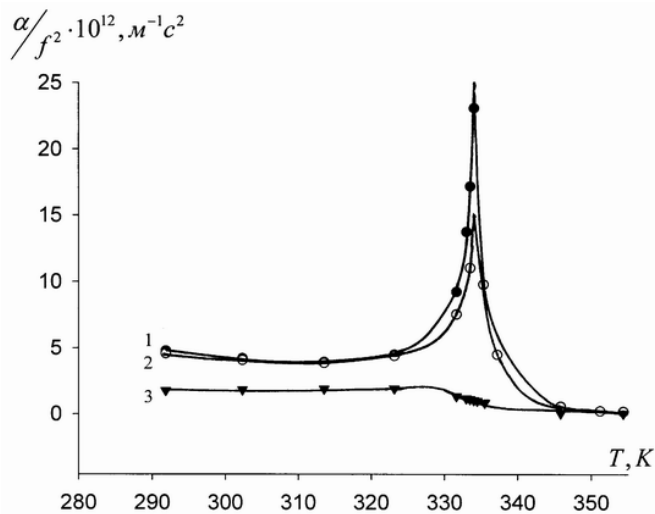


Рис. 2. Температурная зависимость  $\alpha f^2$  в неориентированном образце ЖК-1282 при атмосферном давлении на частотах ультразвука (МГц): 1 - 1,23; 2 - 5,9; 3 - 45

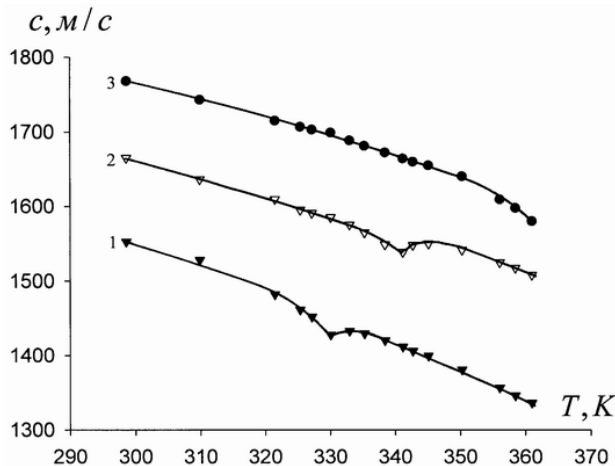


Рис. 3. Зависимость скорости ультразвука  $c$  от температуры  $T$  при значениях давления  $P$  (МПа): 1 – 10, 2 – 40, 3 – 80

Очевидная асимметрия максимумов коэффициента поглощения ультразвука обусловлена вкладом процесса релаксации параметра ориентационного порядка, существующим, в отличие от флуктуационного, только со стороны нематической фазы.

Следует отметить, что ультразвуковые методы регистрации оказываются удобным средством для исследования жидкокристаллических соединений при высоких давлениях. Они выгодно отличаются от других методов тем, что позволяет исключить влияние граничных эффектов, так как измерения проводятся в достаточно больших объемах образцов ЖК. Эти методы не только весьма удобны при проведении эксперимента в автоклавных условиях, но и довольно точны. (Относительная погрешность измерения скорости распространения ультразвука составляет 0,10 % - 0,14 %, а относительная погрешность определения величины  $\alpha f^2$  составляет 1,15 %.) Вместе с ультразвуковыми и диэлектрическими измерениями во внешних изменяющихся магнитных и электрических полях [2 - 5] они составляют основу комплексного экспериментального изучения динамики жидких кристаллов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Де Жен П. Физика жидких кристаллов. М.: Мир, 1977. 400 с.
2. Богданов Д.Л., Геворкян Э.В., Лагунов А.С. Акустические свойства жидких кристаллов во вращающемся магнитном поле. //Акустический журнал. -1980. т. 26, № 1. -С. 28-34.
3. Геворкян Э.В., Богданов Д.Л., Кузнецов В.С. Акустические свойства жидких кристаллов в изменяющихся магнитных и электрических полях и вращательная вязкость. //Вестник Московского государственного областного университета. –Серия «Физика – Математика».-2007.-№2.-С.54-58.
4. Геворкян Э.В. Акустические свойства смектических жидких кристаллов. //Применение ультраакустики к исследованию вещества, Москва. ВЗМИ. Вып. 30. 1980. С. 89-99.
5. Хабибуллаев П.К., Геворкян Э.В., Лагунов А.С. Реология жидких кристаллов. Ташкент: Фан. 1992. 300 с.